

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年11月 9日

出願番号

Application Number:

特願2000-342198

出願人

Applicant(s):

コーワ株式会社

2001年 5月18日

特許庁長官

及川耕造

出証番号 出証特2001-3042339

【書類名】 特許願
【整理番号】 A1018001
【提出日】 平成12年11月 9日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01C 17/00
【発明の名称】 抵抗器およびその使用方法
【請求項の数】 8
【発明者】
【住所又は居所】 長野県上伊那郡箕輪町大字中箕輪 14016-149番
 地 コーア株式会社内
【氏名】 仲村 圭史
【特許出願人】
【識別番号】 000105350
【氏名又は名称】 コーア株式会社
【代理人】
【識別番号】 100076428
【弁理士】
【氏名又は名称】 大塚 康徳
【電話番号】 03-5276-3241
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 003458
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

（ア）（イ）（ウ）（エ）（オ）（カ）（ク）
 フル・アンド・モリ 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 抵抗器およびその使用方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

略板状の抵抗用合金からなる抵抗体と、
高導電率の金属からなる少なくとも二つの第一の電極と、
金属からなる少なくとも二つの第二の電極とを有し、
前記第一の電極は、前記抵抗体の第一の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第二の電極は、前記第一の面に対向する第二の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第一および第二の電極が前記抵抗体を挟むように配置され、前記第一の電極の厚さは、前記抵抗体の厚さの1/10より大きいことを特徴とする抵抗器。

【請求項2】

前記抵抗部には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の抵抗器。

【請求項3】

前記第一の電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して1/150より大きく1/5より小さいことを特徴とする請求項1に記載の抵抗器。

【請求項4】

高導電率の金属によりなる互いに分離した少なくとも2つの電極と、
前記電極に電気的かつ機械的に結合された略板状の抵抗用合金からなる抵抗部とを有し、
前記電極の厚みは、前記抵抗部の厚さの1/10より大きいことを特徴とする抵抗器。

【請求項5】

前記抵抗部には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていること

【請求項6】

前記電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵

抗に対して1/150より大きく、1/5より小さいことを特徴とする請求項4に記載の抵抗器。

【請求項7】

請求項1乃至請求項3に記載の抵抗器の使用方法であって、前記第二の電極上でかつ前記第二の電極の電流の向きに沿う長さの1/2よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする抵抗器の使用方法。

【請求項8】

請求項4乃至請求項6に記載の抵抗器の使用方法であって、前記電極が前記抵抗体の第一の面でかつ前記抵抗体の両端部に配置され、前記抵抗体の第一の面に対向する第二の面でかつ前記電極の電流の向きに沿う長さの1/2よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする抵抗器の使用方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、抵抗器および抵抗器の使用方法に関し、例えば、高電流検出に適する低抵抗素子部と導電率の高い金属導体よりなる電極を有する抵抗器およびその使用方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

大電流の検出用にミリオーム程度の極めて抵抗値が小さい抵抗器を用いることは良く知られている。この抵抗器を用いた大電流I(A)の検出では、既知の低い抵抗値を有し、抵抗値の変動が少ない抵抗器R(Ω)に、高電流I(A)を流した時の抵抗器の両端における電圧降下V(V)を測定し、 $I = V/R$ を用いて電流値I(A)を算出する。

電流検出用の抵抗器の一例を図1に示す。電流検出用の低抵抗器100は、金属製の抵抗部1400および2つの電極部1100から構成されている。抵

抗部1400は、例えば、Cu-Ni合金（例えば、CN49R）などの金属合金が用いられる。電極1100には、はんだ付け性を考慮してはんだ1200が施されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、抵抗器を用いて電流を精度よく測定するためには、電流を流したときの電流に対する抵抗値変化を小さくして電圧（V）-電流（I）特性を良くする必要がある。また抵抗器を精度良く使用するには、抵抗器の最適な電極の位置に4端子構造を形成し、電圧を測定する必要がある。すなわち、抵抗体の上下面に電極を形成し、ワイヤボンディングで上面より電圧測定をすることにより4端子構造を形成する。

【0005】

しかしながら、抵抗器を基板の電流印加用のパターンと接合する時の抵抗器の電極膜厚及び抵抗体膜厚が電圧測定に及ぼす影響に関する知見がなかったため大電流測定に適した構造を有する抵抗器を製造できなかった。また抵抗器を用いて上記電圧測定用のボンディング用のワイヤを抵抗器と接続する際に、抵抗器のどの位置にワイヤを接続するのが電圧測定に最適であるのか不明であった。

【0006】

そのため、抵抗器の最適な位置にワイヤを接続して電圧測定が行われておらず抵抗器を最適な状態で使用することができなかった。

【0007】

本発明は、上述の従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、電流測定に適した抵抗器およびその使用方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明の抵抗器は、以下の構成を有する。すなわち

第一の電極と、基板からなる複数の面とともに、第一の電極と並び、面面第一の電極は、前記抵抗体の第一の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第二の電極

は、前記第一の面に対向する第二の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第一および第二の電極が前記抵抗体を挟むように配置され、前記第一の電極の厚さは、前記抵抗体の厚さの $1/10$ より大きいことを特徴とする。

【0008】

また例えば、前記抵抗部には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする。

【0009】

また例えば、前記第一の電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して $1/150$ より大きく $1/5$ より小さいことを特徴とする。

【0010】

上記目的を達成するための本発明の抵抗器は、以下の構成を有する。すなわち、高導電率の金属によりなる互いに分離した少なくとも2つの電極と、前記電極に電気的かつ機械的に結合された略板状の抵抗用合金からなる抵抗部とを有し、前記電極の厚みは、前記抵抗部の厚さの $1/10$ より大きいことを特徴とする。

また例えば、前記抵抗部には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする。

【0011】

また例えば、前記電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して $1/150$ より大きく、 $1/5$ より小さいことを特徴とする。

【0012】

上記目的を達成するための本発明の抵抗器の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項1乃至請求項3に記載の抵抗器の使用方法であって、前記第二の電極上でかつ前記第二の電極の電流の向きに沿う長さの $1/2$ よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする。

上記目的を達成するための本発明の抵抗器の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項4乃至請求項6に記載の抵抗器の使用方法であって、前記電

極が前記抵抗体の第一の面でかつ前記抵抗体の両端部に配置され、前記抵抗体の第一の面に対向する第二の面でかつ前記電極の電流の向きに沿う長さの1/2よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して、本発明の好適な実施の形態である抵抗器および使用方法について詳細に説明する。

[0015]

なお、本実施の形態に記載されている電流の検出用にミリオーム程度の極めて抵抗値が小さい抵抗器の抵抗値として用いられる合金組成は、一例であり、特に特定的な記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではなく、製造する抵抗器の必要特性や仕様に応じて決定されるものである。

【0016】

[第1の実施の形態]

まず、第1の実施の形態の抵抗器について、その構造および特性を以下に説明する。

[0017]

〔第1の抵抗器の構造〕

図1に、基板150の導体パターン上にはんだ付けされた第1の実施の形態である抵抗器100を示す。

[0 0 1 8]

抵抗器 100 は、110 の金属製の抵抗体、接続端子である電極 121 と 122、およびボンディング電極 141 と 142 から構成されている。抵抗器 100 は、1 つの直方体形状を有する抵抗体 110 に 2 つの直方体形状の電極 121 と 122 および 2 つの直方体形状のボンディング電極 141 と 142 を図 1 に示すように接合した構造である。

抵抗器 1 1 1 と 1 1 2 が接続され、ボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 には、ボンディ

ング用のワイヤが例えばボンディング等によりそれぞれ接続されてボンディング電極141と142間の電圧降下が測定される。なお各ボンディング電極141と142では、各ボンディング電極141と142の横幅に対して図1に示すように1/2より外側の位置である143と144にワイヤを接続するのに適した位置が形成されている。

【0020】

抵抗体110の厚さ(t_R)は、例えば約50~2000μmであり、各電極121、122の厚さ(t_E)は、約10~500μmであり、電極120の厚みと抵抗体110の厚みの比は $t_E/t_R > 1/10$ に設計されている。また各ボンディング電極141、142の厚さは、約10~100μmであり、各電極121、122の表面には、約2~10μmのはんだ膜が形成されている。

【0021】

抵抗器100は、放熱しやすいように設計されており、プリント配線板などに実装する際の基板150としては、例えばアルミ基板などが用いられ、その基板150もヒートシンクなどに接続された構造となっている。

【0022】

すなわち、高電流を測定したときに抵抗器100に発生する熱は、基板150方向に伝達されるために、抵抗器100と基板150との接合面が重要であり、抵抗器100は、基板150との接合面である電極121、122に熱伝導の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることを特徴としている。

【0023】

また、高電流を測定するときの電流は、基板150のパターンより抵抗器100の一方の電極121を介して抵抗体110に流れ、さらに抵抗体110から他の1つの電極122へと流れる。また、ボンディング電極141と142を基板150のパターンにアルミニウムワイヤなどによりワイヤボンディングによって接続し、高電流を流したときのパターン間、すなわち抵抗器100の両端における

接続端子間に接続され、図1の構造を有する。
抵抗器100は、大電流での使用が可能である。

【0024】

抵抗体110用材料としては、例えば、Cu-Ni合金(CN49Rなど)や図2に示す各種金属合金および各種貴金属合金が用いられ、仕様に応じて決定される比抵抗、TCR、抵抗値変化などの各種特性に適合する金属合金や貴金属合金などが図2より適宜選択されて使用される。また図2以外にも、例えば、マンガン・銅・ニッケル合金などを使用しても良い。

【0025】

また、図2に示すように、比抵抗が約2～約7 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ を有する貴金属合金を使用する場合には、極めて低い電気抵抗を有する抵抗体110が得られる。例えば、これらの貴金属合金を抵抗体110として使用する場合には、図1に示す構造の抵抗器100の抵抗値は、約0.04～0.15m Ω となる。

【0026】

また電極121および122の材料としては、電気抵抗が抵抗体110に比べて小さい銅材料など(例えば、比抵抗1.5 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 程度)が用いられ、抵抗体110と電極121あるいは抵抗体110と電極122とはクラッド接合により接合される。

【0027】

なお電極121および122用に用いられる電極材料および抵抗体110用に用いられる抵抗体材料とは、それらの材料の比抵抗の比が、次式に示す。

$$\text{電極材料の比抵抗} / \text{抵抗体材料の比抵抗} = 1/5 \sim 1/150$$

の条件を満たす比抵抗を有する材料を用いて作製されるのがより好ましい。

【0028】

ボンディング電極141と142の材料としては、ニッケル材料(例えば、6.8 $\mu\Omega\text{cm}$ 程度)、アルミニウム材料(例えば、2.6 $\mu\Omega\text{cm}$ 程度)または金材料(例えば、2.0 $\mu\Omega\text{cm}$ 程度)などが用いられる。2つの電極121および122の電極面は、高電流を測定する際に発生する熱を放熱しやすくするた

めとしてより、熱伝導性の良い合金(例えば銅合金など)を用い、接合面積を大きく取ることを特徴としている。

【0029】

また電極121および122の表面には、基板の導体パターンへのはんだ付け性を向上するために、例えば、溶融はんだ材（Sn:Pb=9:1）または鉛フリーはんだ材の膜131および132が形成されている。溶融はんだ材は、銅材の電極121または122との間に拡散層を有するため、電極の接合強度および電気的信頼性は、向上する。

【0030】

なお、抵抗器100の特徴は、抵抗体110が平板からなる単純構造となっており、従来の電流検出用低抵抗器1000に見られるような切れ込み1300が無い点である。このように抵抗体110中に切れ込みがないため、電流を流したときの電流経路が安定し、切れ込みがある場合の抵抗値変化を1/数10~1/200程度に低減できる。

【0031】

また、抵抗体110に約2~7 $\mu\Omega\cdot cm$ の極めて低い電気抵抗を有する貴金属合金を使用すると、抵抗器100の抵抗値は、約0.04~0.15m Ω となるため、高電流の測定に適した抵抗器が得られる。

【0032】

[抵抗器を用いた電圧の測定]

図3(a)および図3(b)に作製した抵抗器100の各部の寸法及び抵抗器100を用いて電圧測定を行う際のワイヤの接続位置を示す。抵抗器100の抵抗体110と基板と接合する電極の厚さ t_E は、 $t_E/t_R > 1/10$ となっている。

【0033】

図3において、 L_{w1} 、 L_{w2} は、左右のボンディング電極141、142の横方向の幅であり、ボンディング電極141、142中に記載した番号1~18は、ボンディング電極141、142に対して電圧測定用のワイヤを接続する位

置部からの距離である。

【0034】

なお作製した比較用抵抗器の構造は、抵抗器100の基板と接合する電極の厚さ t_E のみが異なるだけであり（すなわち $t_E/t_R < 1/10$ に設計）、他の寸法は抵抗器100と全て同じである。

【0035】

図3(a)に例示した L_1 、 L_2 の位置は、それぞれ左右のボンディング電極の中央部に電圧測定時のワイヤを接続する位置を示しており、 $L_1/L_{w1} = 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} = 0.5$ である。

【0036】

また、図3(a)の(1)～(4)は、それぞれボンディング電極141、142に電圧測定時のワイヤを接続する位置の組み合わせを示している。すなわち、(1)は、ボンディング電極141、142の電圧測定時のワイヤの接続位置が、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ の条件を満たす場合のワイヤの接続位置の組み合わせを示している。

【0037】

同様に(2)は、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(3)は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(4)は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示している。

【0038】

図4に、図3(a)および図3(b)で示した抵抗器100による電圧測定結果を比較用抵抗器を用いた電圧測定結果と合わせて示す。

【0039】

図4の測定条件(1)～(4)は、図3に示した測定条件(1)～(4)に対応する。なお、抵抗器100等を用いて測定された電圧Vは、次式に示す電圧の変動値 ΔV （基準電圧 V_0 に対する測定電圧）を用いて整理して表示した。

また図4では、測定条件(1)～(4)における電圧の変動値(ΔV)を基板

に接合する接合電極の厚さ (t_E) と抵抗体の厚さ (t_R) の比が $t_E/t_R > 1/10$ の場合と $t_E/t_R \leq 1/10$ の場合に分けて表示した。

【0041】

〔抵抗器100の場合〕

まず、第1の実施形態の抵抗器100 ($t_E/t_R > 1/10$) の場合において、ワイヤを接続する位置が電圧の変動値 ΔV に及ぼす影響について説明する。

【0042】

図4より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、条件(4) ($L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$) は、電圧変動 (ΔV) が $\pm 0.1\%$ と最も小さく最適条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤをボンディング電極141、142に接続する場合、左右ボンディング電極141、142の横幅に対してワイヤを電極の外側端部からどちらも $1/2$ より外側の電極表面部の位置に接続するのが電圧変動を最小にする。

【0043】

上記条件(4)以外の測定結果は、以下の通りである。すなわち、条件(1)の場合 ($L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$) は、電圧変動 (ΔV) が $\pm 5\sim 10\%$ と最も大きく、安定した電圧測定に適さない条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤをボンディング電極141、142に接続する場合、左右ボンディング電極141、142の横幅に対してワイヤを電極の外側端部からどちらも $1/2$ より大きい電極の内側表面部の位置に接続すると電圧変動が最大となる。

【0044】

また、条件(2)または条件(3)の場合 (2つのワイヤのうち一方のワイヤを電極の外側端部から $1/2$ より小さいすなわち外側の電極表面位置に、他方のワイヤを電極の外側端部から $1/2$ より大きいすなわち内側の電極表面位置に接続する) は、電圧変動 (ΔV) は $\pm 3\sim 5\%$ であり、条件(1)と条件(4)の

【0045】

〔比較用抵抗器の場合〕

次に、比較用抵抗器 ($t_E/t_R < 1/10$) において、ワイヤを接続する位置が電圧変動 ΔV に及ぼす影響について説明する。

【0046】

図4より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、電圧変動 ΔV は、条件(1)～(4)の全ての条件で $\pm 10\%$ 以上となり、抵抗器100で得られた電圧変動 ΔV に比べて大きい。

【0047】

また条件(1)～(4)とワイヤの左右ボンディング電極に接続する位置を変化させても電圧変動 ΔV が変化しないことから、比較用抵抗器電圧測定時においては、ワイヤを左右ボンディング電極に接続する位置の影響を受けない。

【0048】

【抵抗器と比較用抵抗器との比較】

上記抵抗器100および比較用抵抗器の結果より、電圧の変動 ΔV を低く抑え精度良く電圧を測定するためには、抵抗器の構造として、接合電極の厚さ (t_E) と抵抗体の厚さ (t_R) の比が $t_E/t_R > 1/10$ の条件を満たす必要 (抵抗器100の構造) がある。

【0049】

さらに、上記条件を満たす抵抗器100を用いて電圧を測定する場合には、条件(4)に示す条件、すなわち $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たすボンディング電極141、142の位置にワイヤを接続する (電極の横幅に対するワイヤの接続位置を電極端部からどちらも $1/2$ より外側の位置) と、電圧変動 (ΔV) を例えば $\pm 0.1\%$ 以内の最小変動に抑えることができる。

【0050】

この理由について、図5および図6を用いて説明する。

【0051】

この場合、図5～図7に示す通り、図6は、基板上に抵抗器100上に配線された比較用抵抗器を用いて電圧を測定する場合 ($t_E/t_R < 1/10$)

0) を示している。

【0052】

図5または図6で抵抗器を用いて電流I (A) を検出する場合、抵抗器R (Ω) に、高電流I (A) を流した時の抵抗器の両端における電圧降下V (V) を測定し、 $I = V / R$ を用いて電流値I (A) を算出する。

【0053】

すなわち、例えば図5または図6に示すように基板のパターン151と接合電極122および基板のパターン151と接合電極121とを接続し、パターン151からパターン152に電流を流しながらボンディング電極141、142間の電圧を測定する。また図5または図6には、抵抗体110中を通過する電流Iの流れも合わせて示している。

【0054】

なお、ボンディング電極141、142間の電圧を正確に測定するためには、ボンディング電極141、142間に電流が殆ど流れない条件で測定するのが望ましく、ボンディング電極141、142間に電流が流れると電圧測定に誤差を生じることになる。

【0055】

まず、図5の抵抗器100を用いて電圧を測定する場合の抵抗体110中を通過する電流Iの流れについて説明する。抵抗器100では接合電極の厚さ(t_E)は $t_E / t_R > 1 / 10$ となるように、すなわち抵抗体110に対して比較的厚くなるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は低くなることから抵抗体110中を通過する電流Iは、接合電極121、122の最短距離(図5中で太く記載した最短経路)をほとんどの電流が流れ、残りの電流が図中のその他の経路を流れることになる。

【0056】

また図5に示すように、最短経路以外の経路にも電流は流れれるが、最短経路より測定時にボンディング電極141とボンディング電極142間に流れの電流を少なく抑えることができるので正確な電圧測定ができる。

【0057】

またさらに、図5に示す電圧測定時のボンディング電極142に対する抵抗体110を流れる電流の影響を比較すると、ボンディング電極142中の斜線部で示した外側（電極部分143）の方が内側（電極部分145）に比べて抵抗体110中を流れる電流Iの影響を受けにくくなる。同様なことは、ボンディング電極141についててもいえる。すなわち、ボンディング電極141中の斜線部で示した外側（電極部分144）の方が内側（電極部分146）に比べて抵抗体110中を流れる電流Iの影響を受けにくくなる。

【0058】

このことから、図5において、精度良く電圧を測定するには、抵抗体110を流れる電流経路から離れた位置にワイヤを接続して電圧を測定すればよいことがわかる。すなわちワイヤを接続する位置は、ボンディング電極142の外側（電極部分143）とボンディング電極141の外側（電極部分144）が最適の位置であり、一方、逆にボンディング電極142の内側（電極部分145）とボンディング電極141の内側（電極部分146）が最悪の位置であることがわかる。上記説明したことが図4で抵抗器100を用いて条件（1）～（4）の4条件で異なる電圧変動を示した理由である。

【0059】

次に、図6の比較抵抗器を用いて電圧を測定する場合の抵抗体1110中を通過する電流Iの流れについて説明する。比較抵抗器では接合電極の厚さ（ t_E ）は $t_E/t_R < 1/10$ となるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は高くなることから抵抗体110中を通過する電流Iは、接合電極1210、1220の最短距離（図6中で太く記載した最短経路）を流れる電流が図5に比べ減少し、図6中の最短経路以外の経路を流れる電流が増加する。

【0060】

また図6に示すように、最短経路以外に流れる電流は最短経路より遠くなる経路を流すため、ボンディング電極142とボンディング電極140間に流れる電流を少なく抑えることが難しくなるので電圧変動が大きくなり正

確な電圧測定ができ難くなる。

【0061】

またさらに、図6に示す電圧測定時のボンディング電極1410に対する抵抗体1100を流れる電流の影響を比較すると、ボンディング電極1420中の斜線部で示した外側（電極部分1430）と内側（電極部分1450）における抵抗体1100中を流れる電流Iの影響に大差がない。同様なことは、ボンディング電極1410でもいえ、ボンディング電極1420中の斜線部で示した外側（電極部分1440）と内側（電極部分1460）との抵抗体1100中を流れる電流Iの影響に大差がない。

【0062】

のことから、比較抵抗器では電圧測定時に抵抗体1100中を流れる電流Iの影響を大きく受けるため精度良く電圧を測定することが難しくなる。また、図6よりボンディング電極1410、1420において、外側（電極部分1430、1440）と内側（電極部分1450、1460）では抵抗体1100中を流れる電流Iの影響に大差がないため、ボンディング電極1410、1420のどの位置を用いても精度良く電圧を測定することが難しくなる。上記説明したことが図4で比較抵抗器を用いて条件（1）～（4）の4条件すべてで、±10%以上の誤差を含む電圧変動を示した理由である。

【0063】

以上説明したように、上述構造の抵抗器を製造する際には、抵抗体と接続電極の厚さの比を1/10以上とすると精度良く電圧を測定できる抵抗器を製造することができ、この抵抗器を用いて電圧を測定する場合には、ワイヤを接続する位置をボンディング電極の中心部より外側を用いて接続することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

【0064】

【第2の実施の形態】

【0065】

〔第2の抵抗器の構造〕

図7に、基板550の導体パターン上にはんだ付けされた第2の実施の形態である抵抗器500を示す。抵抗器500は、510の金属製の抵抗体、接続端子である電極521と522から構成されている。

【0066】

抵抗器500を用いた電圧測定においては、基板550の導体パターンと電極521と522とが接続され、抵抗体上の図7に示す542と543位置にワイヤが例えればワイヤボンディング等によりそれぞれ接続され、542と543間の電圧降下が測定される。なお図7に例を示す542と543の幅は、電極521と522の横幅の1/2であり、ワイヤを接続するのに適した位置として形成されたものである。

【0067】

抵抗器500は、1つの直方体形状を有する抵抗体510に2つの直方体形状の電極521を図7に示すように接合した構造である。抵抗体510の厚さ(t_R)は、例えは約50~2000 μm であり、各電極521、522の厚さ(t_E)は、例えは約10~500 μm であり、電極120の厚みと抵抗体110の厚みの比は $t_E/t_R > 1/10$ に設計されている。また、各電極の表面には、約2~10 μm のはんだ膜531、532が形成されている。

【0068】

抵抗器500は、放熱しやすいように設計されており、プリント配線板などに実装する際の基板550としては、例えはアルミ基板などが用いられ、その基板550もヒートシンクなどに接続された構造となっている。

【0069】

すなわち、高電流を測定したときに抵抗器500に発生する熱は、基板550方向に伝達されるために、抵抗器500と基板550との接合面が重要であり、抵抗器500は、基板550との接合面である電極521、522に熱伝導の良

い接合面を有する。

また、高電流を測定するときの電流は、基板550のパターンより抵抗器50

0の一方の電極521を介して抵抗体510に流れ、さらに抵抗体510から他の1つの電極522へと流れる。また、抵抗体510上の542や543に示した位置と基板550の所定パターンとをアルミニウムワイヤなどによりワイヤボンディングすることによって接続し、高電流を流したときのパターン間、すなわち抵抗器500の両端における電圧降下を測定する。このため図8の構造を有する抵抗器500は、大電流での使用が可能である。

【0071】

抵抗体510用材料としては、例えば、Cu-Ni合金(CN49Rなど)や図4に示す各種金属合金および各種貴金属合金が用いられ、仕様に応じて決定される比抵抗、TCR、抵抗値変化などの各種特性に適合する金属合金や貴金属合金などが図4より適宜選択されて使用される。また図4以外にも、例えば、マンガン・銅・ニッケル合金などを使用しても良い。

【0072】

また、図4に示すように、貴金属合金を使用する場合には、約2～約7 $\mu\Omega\cdot cm$ と極めて低い電気抵抗を有する抵抗体110が得られ、例えば、これらの貴金属合金を抵抗体510として使用する場合には、図8に示す構造の抵抗器500の抵抗値は、約0.04～0.15m Ω となる。

【0073】

また電極521および522の材料としては、電気抵抗が抵抗体510に比べて小さい銅材料(例えば、1.5 $\mu\Omega\cdot cm$ 程度)が用いられ、抵抗体510と電極521あるいは抵抗体510と電極522とはクラッド接合により接合される。

【0074】

なお電極521および522用に用いられる電極材料および抵抗体510用に用いられる抵抗体材料とは、それらの材料の比抵抗の比が次式に示す、

$$\text{電極材料の比抵抗} / \text{抵抗体材料の比抵抗} = 1 / 5 \sim 1 / 150$$

【0075】

2つの電極521および522の電極面は、高電流を測定する際に発生する熱

を放熱しやすくするため、基板550方向に熱が伝達されやすいように電極面積を広くとるように設計されており、熱伝導性の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることを特徴としている。

【0076】

また電極521および522の表面には、基板の導体パターンへのはんだ付け性を向上するために、例えば、溶融はんだ材 ($S_n : P_b = 9 : 1$) または鉛フリーハンダ材の膜531および532が形成されている。溶融はんだ材は、銅材の電極521または522との間に拡散層を有するため、電極の接合強度および電気的信頼性は、向上する。

【0077】

なお、抵抗器500の特徴は、抵抗体510が平板からなる単純構造となっており、従来のシャント抵抗器1000に見られるような切れ込み1300が無い点である。このように抵抗体510中に切れ込みがないため、電流を流したときの電流経路が安定し、切れ込みがある場合の抵抗値変化 ($\Delta R/R$) を1/数10～1/200程度に低減できる。

【0078】

また、抵抗体510に約 $2 \sim 7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ の極めて低い電気抵抗を有する貴金属合金を使用すると、抵抗器500の抵抗値は、約 $0.04 \sim 0.15 \text{m}\Omega$ となるため、高電流の測定に適した抵抗器が得られる。

【0079】

[抵抗器を用いた電圧の測定]

図8 (a) および図8 (b) に上記の製造方法で作製した抵抗器500の各部の寸法及び抵抗器500を用いて電圧測定を行う際のワイヤの接続位置を示す。抵抗器500の抵抗体110と基板と接合する電極の厚さ t_E は、 $t_E/t_R > 1/10$ となっている。

【0080】

図8 (a) および図8 (b) に示すと同様に横幅であり、抵抗体110の右側表面部541または左側表面部543に記載した番号1～18を付した位置は、電圧測定時にワイヤを接続す

る位置を示している。すなわち、 L_1 は、抵抗体 510 の左外側端部からの距離であり、 L_2 は、抵抗体 510 の右外側端部からの距離である。

【0081】

なお作製した比較用抵抗器の構造は、抵抗器 500 の基板と接合する電極の厚さ t_E のみが異なるだけであり（すなわち $t_E/t_R < 1/10$ に設計）、他の寸法は抵抗器 500 と全て同じである。

【0082】

図 8 (a) に例示した L_1 、 L_2 の位置は、それぞれ電圧測定時のワイヤを抵抗体 510 の表面に接続する位置を示しており、 $L_1/L_{w1} = 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} = 0.5$ である。

【0083】

また、図 8 (a) の (1) ~ (4) は、それぞれ抵抗体 510 の表面に電圧測定時のワイヤを接続する位置の組み合わせを示している。すなわち、(1) は、ワイヤの接続位置が、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ の条件を満たす場合のワイヤの接続位置の組み合わせを示している。

【0084】

同様に (2) は、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(3) は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(4) は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示している。

【0085】

図 9 に、図 8 (a) および図 8 (b) で示した抵抗器 500 による電圧測定結果を比較用抵抗器を用いた電圧測定結果と合わせて示す。

【0086】

図 9 の測定条件 (1) ~ (4) は、図 8 に示した測定条件 (1) ~ (4) に対

応する電圧 V 、基準電圧 V_0 に対する測定電圧 V/V_0 を用いて整理して表示する。

【0087】

$$\Delta V = (V_0 - V) / V_0 \times 100 \text{ (%)}$$

また図9では、測定条件(1)～(4)における電圧の変動値(ΔV)を基板に接合する接合電極の厚さ(t_E)と抵抗体の厚さ(t_R)の比が $t_E / t_R > 1 / 10$ の場合と $t_E / t_R \leq 1 / 10$ の場合に分けて表示した。

【0088】

[抵抗器500の場合]

まず、第2の実施形態の抵抗器500($t_E / t_R > 1 / 10$)の場合において、ワイヤを接続する位置が電圧の変動値 ΔV に及ぼす影響について説明する。

【0089】

図9より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、条件(4)($L_1 / L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2 / L_{w2} < 0.5$)は、電圧変動(ΔV)が±0.1%以内と最も小さく最適条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤを抵抗体510の表面部に接続する際に、図8の542および543(外側端部から1/2より小となる抵抗体表面部)の位置に接続すると電圧変動を最小にすることができる。

【0090】

上記条件(4)以外の測定結果は、以下の通りである。すなわち、条件(1)の場合($L_1 / L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2 / L_{w2} > 0.5$)は、電圧変動(ΔV)が±5～10%と最も大きく、安定した電圧測定に適さない条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤを抵抗体510の表面部に接続する際に、図8の544および546(外側端部から1/2より大となる抵抗体表面部)の位置に接続すると電圧変動が最大となる。また、条件(2)または条件(3)の場合(2つのワイヤのうち一方のワイヤを抵抗体510の外側端部から1/2より小さい位置すなわち外側の位置に、他方のワイヤを抵抗体510の外側端部から1/2より大きい位置すなわち内側の位置に接続する)は、電圧変動(ΔV)は±3～5%であり、条件(1)と条件(4)の中間の条件である。

【0091】

測定結果

次に、比較用抵抗器(三洋電機製)において、ワイヤを接続する位置が電圧変動 ΔV に及ぼす影響について説明する。

【0092】

図9より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、電圧変動 ΔV は、条件(1)～(4)の全ての条件で±10%以上となり、抵抗器500で得られた電圧変動 ΔV に比べて大きい。

【0093】

また条件(1)～(4)とワイヤの接続位置を変化させても電圧変動 ΔV が変化しないことから、比較用抵抗器を用いた電圧測定時においては、ワイヤを接続する位置の影響を受けない。

【0094】

[抵抗器と比較用抵抗器との比較]

上記抵抗器500および比較用抵抗器の結果より、電圧の変動 ΔV を低く抑え精度良く電圧を測定するためには、抵抗器の構造として、接合電極の厚さ(t_E)と抵抗体の厚さ(t_R)の比が $t_E/t_R > 1/10$ の条件を満たす必要(抵抗器100の構造)がある。

【0095】

さらに、上記条件を満たす抵抗器100を用いて電圧を測定する場合には、条件(4)に示す条件、すなわち $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす542、543の抵抗体の位置にワイヤを接続する(電極の横幅に対するワイヤの接続位置を電極端部からどちらも1/2より外側の位置)と、電圧変動(ΔV)を例えば±0.1%以内の最小変動に抑えることができる。

【0096】

この理由について、図10および図11を用いて説明する。

【0097】

図10は、基板551、552上に配線された抵抗器500を用いて電圧を測定する場合($t_E/t_R > 1/10$)を示しており、図11は、基板1551、1552上に配線された比較用抵抗器を用いて電圧を測定する場合(t_E/t_R

を横切る場合)、抵抗器500の、直電流 I を流した時の抵抗器の両端における電圧降下 V (V)を測定し、 $I = V/R$ を用いて電流値 I (A)を算出

する。

【0098】

すなわち、例えば図10でいえば、基板のパターン551と接合電極522および基板のパターン552と接合電極521とを接続し、パターン551からパターン552に電流を流しながら例えば抵抗体表面部の542と543間の電圧を測定する。また図11でいえば基板のパターン1551と接合電極1522および基板のパターン1552と接合電極1521とを接続し、パターン1551からパターン1552に電流を流しながら例えば抵抗体表面部の1542と1543間の電圧を測定する。また図10または図11には、抵抗体510中を通過する電流Iの流れも合わせて示している。

【0099】

なお、例えば抵抗体表面部542と543間の電圧を正確に測定するためには、抵抗体表面部の542と543間に電流が殆ど流れない条件で測定するのが望ましく電流が流れると電圧測定に誤差を生じることになる。

【0100】

まず、図10の抵抗器100を用いて電圧を測定する場合の抵抗体510中を通過する電流Iの流れについて説明する。抵抗器500では接合電極の厚さ(t_E)は $t_E/t_R > 1/10$ となるように、すなわち抵抗体510に対して比較的厚くなるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は低くなることから抵抗体510中を通過する電流Iは、接合電極521、522の最短距離(図10中で太く記載した最短経路)をほとんどの電流が流れ、残りの電流が図中の他の経路を流れることになる。

【0101】

また図10に示すように、最短経路以外の経路に流れる電流は、最短経路より遠くなる経路ほど流れる電流が少なくなる。このため例えば抵抗体表面部542と543間における抵抗器500の電圧を正確に測定するためには、抵抗体表面

測定ができない。

【0102】

また、図10に示す電圧測定時のワイヤの接続位置542と544における抵抗体510を流れる電流の影響を比較すると、542の方が544に比べて抵抗体510中を流れる電流Iの影響を受けにくくなる。同様なことは、ワイヤの接続位置543と546についてもいえる。すなわち、543の方が546に比べて抵抗体510中を流れる電流Iの影響を受けにくくなる。

【0103】

このことから、図10において、精度良く電圧を測定するには、抵抗体510を流れる電流経路から離れた位置にワイヤを接続して電圧を測定すればよいことがわかる。すなわちワイヤを接続する位置は、542と543の組み合わせが最適の位置であり、一方、逆に544と546の組み合わせが最悪の位置であることがわかる。上記説明したことが図9で抵抗器500を用いて条件(1)～(4)の4条件で異なる電圧変動を示した理由である。

【0104】

なお抵抗器500における図9に示した測定結果は、抵抗器100における図6に示した測定結果とほぼ同じである。このことは、電圧測定においては抵抗器100のようにボンディング電極を使用しても抵抗器500のようにボンディング電極を使用しなくても両者の測定結果に変化を生じないことを示している。この理由は、電圧測定時の電圧変動は、抵抗体内部を通過する電流経路に依存するためである。すなわち抵抗器100と抵抗器500における電流経路および最短経路は図7と図10に示すように全く同じである。また電圧測定用にワイヤを接続する位置が両者で同じであれば、電圧測定時に電圧変動の原因となる電流分布は同じである。そのため、図6と図9に示すようワイヤを接続する位置が同一の(1)～(4)の条件では、ボンディング電極を使用しても使用しなくても電圧測定時の電圧変動に差がない結果が得られたものである。

【0105】

次に、図11の比較抵抗器を用いて電圧を測定する場合の抵抗体1510中を

抵抗体1510を構成する導体抵抗と接合電極の導体抵抗とに設計されているため、接合電極の導体抵抗は高くなることから抵抗体1510中を通過する電流Iは、接合電極1522、

1521の最短距離（図11中で太く記載した最短経路）を流れる電流が図10に比べ減少し、図11中の最短経路以外の経路を流れる電流が増加する。

【0106】

また図11に示すように、最短経路以外に流れる電流は最短経路より遠くなる経路ほど減少するが、図10に比べかなり多くなる。このため、比較抵抗器を用いて電圧測定を行う際に測定部に流れる電流を少なく抑えることが難しくなるので電圧変動が大きくなり正確な電圧測定ができ難くなる。

【0107】

また、図11に示す電圧測定時の抵抗体の表面部1542、1544を流れる電流の影響を比較すると、1542と1544中を流れる電流Iの影響に大差がない。同様なことは、抵抗体の表面部1543、1546でもいえ、抵抗体の表面部1543、1546を流れる電流Iの影響に大差がない。

【0108】

のことから、比較抵抗器では電圧測定時に抵抗体1510中を流れる電流Iの影響を大きく受けるため精度良く電圧を測定することが難しくし、ワイヤ接続部の位置を変えて精度良く電圧を測定することができない。上記説明したこととが図9で比較抵抗器を用いて条件（1）～（4）の4条件すべてで、±10%以上の誤差を含む電圧変動を示した理由である。

【0109】

以上説明したように、上述構造の抵抗器を製造する際には、抵抗体と接続電極の厚さの比を1/10以上とすると精度良く電圧を測定できる抵抗器を製造することができ、この抵抗器を用いて電圧を測定する場合には、ワイヤを接続する位置をボンディング電極の中心部より外側を用いて接続することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

【0110】

【発明の効果】

本発明は、上記の問題を解決するため、

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第一実施形態である抵抗器の概略構造図である。

【図2】

抵抗体の種類を示す図である。

【図3】

本発明の第一実施形態である抵抗器の寸法およびワイヤ接続位置を示した図である。

【図4】

本発明の第一実施形態である抵抗器へのワイヤ接続位置および接合電極厚さ／抵抗体の厚さによる電圧変動値を比較した図である。

【図5】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図6】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図7】

本発明の第二実施形態である抵抗器の概略構造図である。

【図8】

抵抗器の寸法およびワイヤ接続位置を示した図である。

【図9】

抵抗器へのワイヤ接続位置および接合電極厚さ／抵抗体の厚さによる電圧変動値を比較した図である。

【図10】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図11】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図12】

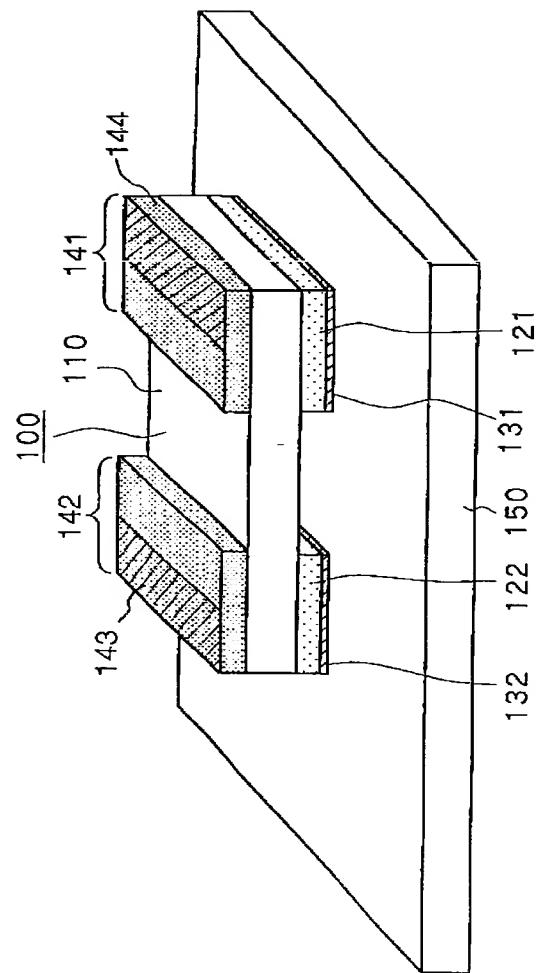
(符号の説明)

100 抵抗器

- 110 抵抗体
- 121 接合用電極
- 122 接合用電極
- 131 溶融はんだ材
- 132 溶融はんだ材
- 141 ボンディング電極
- 142 ボンディング電極

【書類名】 図面

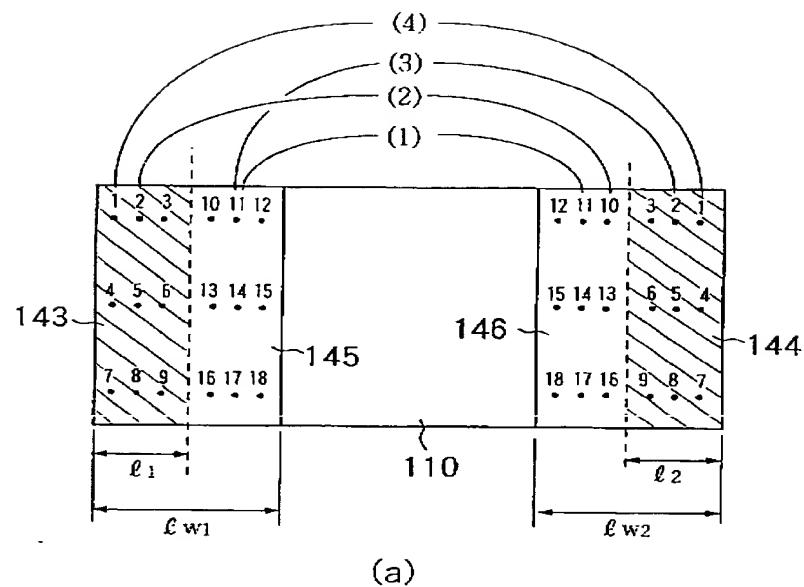
【図1】



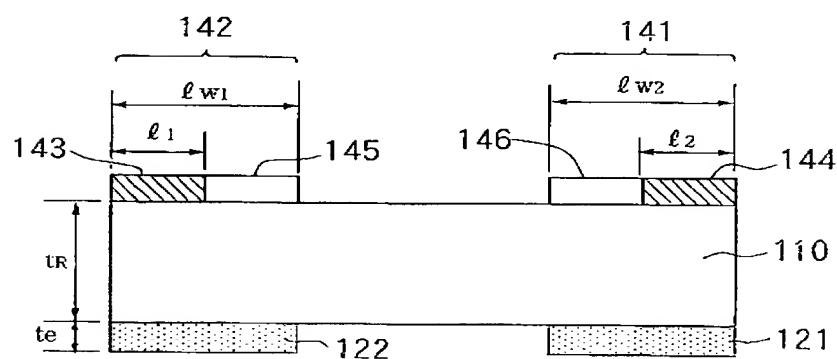
【図2】

抵抗体種類	組成/組成比	品名例	比抵抗 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)
Cu-Ni系合金	Ni/2~50, Cu/98~50	JIS規格品など	5~49
Ni-Cr系合金	Cr/15~21, Ni/77~57,他	JIS規格品など	~100
Fe-Cr系合金	Cr/17~26, Fe/81~68,他	JIS規格品など	130~165
6元系合金	Pt + Pd/45, Ag/38,他	Paliney # 6 など	6.1
7元系合金	Pt + Pd + Au/55 Ag/30,他	Paliney # 7 など	6.9
8元系合金	Pt + Pd/45, Ag/38,他	Paliney # 8 など	5.9
9元系合金	Pt + Pd + Au/55 Ag/30,他	Paliney # 9 など	7.2
Pd-Pt系合金	Pt + Pd/80, Ag/4.5,他	NeyoroG など	4.4
Au-Ag合金	Au/75,Ag/25	Neyoro28 など	2.1
Au-Pt-Ag 合金	Au + Pt/75, Pd/25	Neyoro69 など	3.1

【図3】



(a)



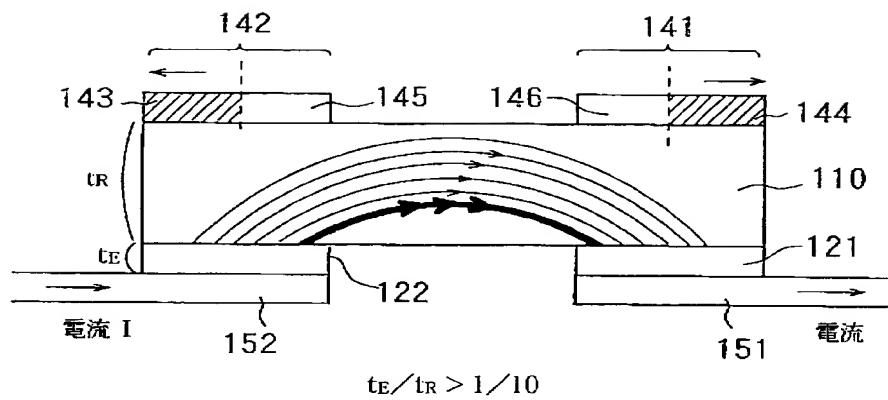
(b)

【図4】

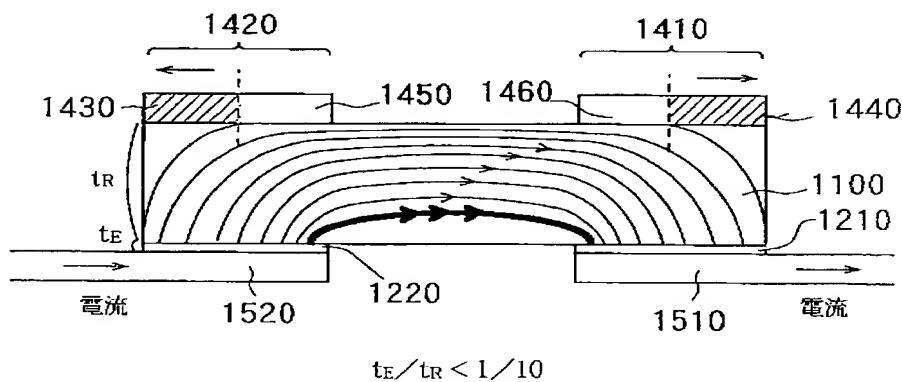
条件	リード線接続位置		電圧の変動値△V(%)
	左側電極 (ℓ_1/ℓ_{w1})	右側電極 (ℓ_2/ℓ_{w2})	
		接合電極の厚さ/抵抗体の厚さの比 t_r	
		1/10以下 1)	1/10以上 2)
(1)	0.5より大	0.5より大	±10%以上 ±5~10%
(2)	0.5より大	0.5より小	±10%以上 ±3~5%
(3)	0.5より小	0.5より大	±10%以上 ±3~5%
(4)	0.5より小	0.5より小	±10%以上 ±0.1%以内

1) 比較に用いた抵抗器
2) 本実施形態の抵抗器

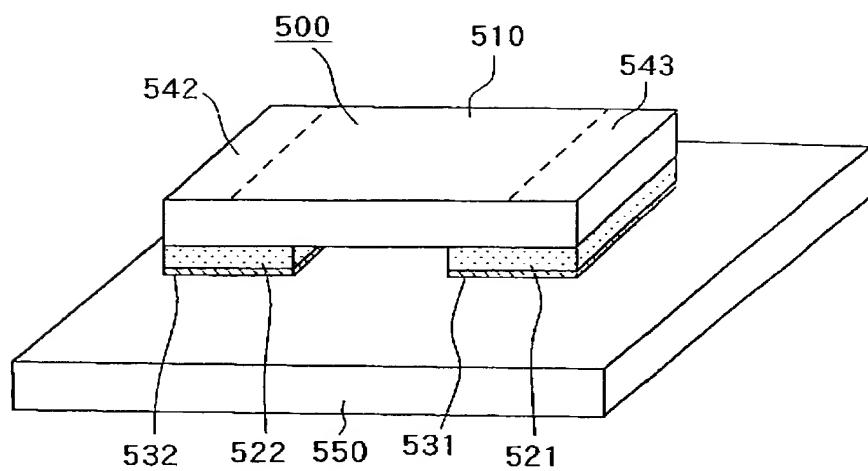
【図5】



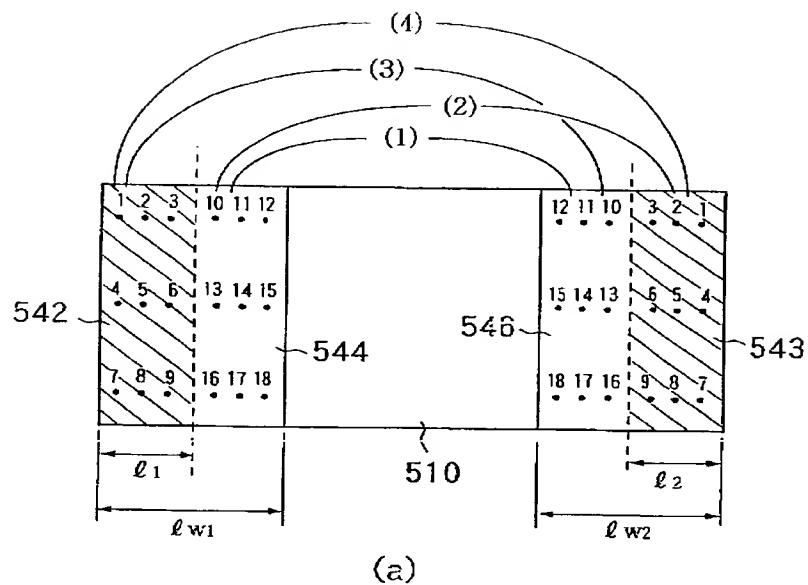
【図6】



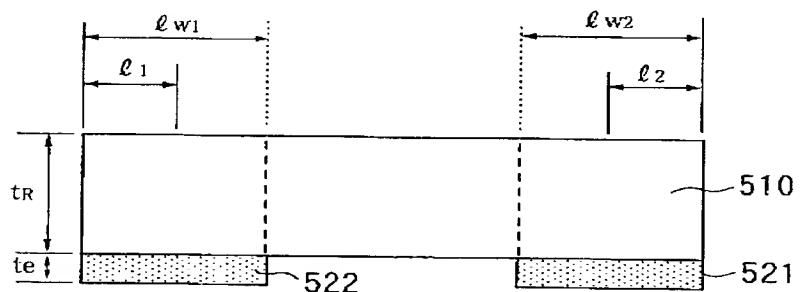
【図7】



【図8】



(a)



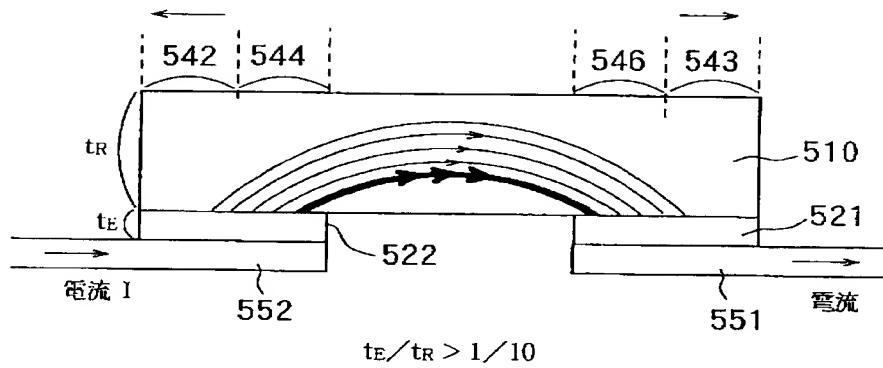
(b)

【図9】

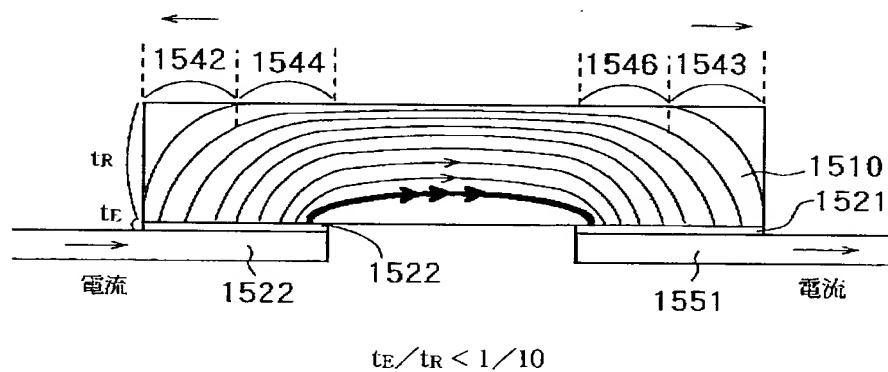
条件	リード線接続位置		電圧の変動値 $V/V_0(\%)$	
	左側電極 (ℓ_1/ℓ_w)	右側電極 (ℓ_2/ℓ_w)	横合電極の厚さ／抵抗体の厚さの比 $t_{\text{RE}}/t_{\text{R}}$	
(1)	0.5より大	0.5より大	$\pm 10\% \text{ 以上}$	$\pm 5\sim 10\%$
(2)	0.5より大	0.5より小	$\pm 10\% \text{ 以上}$	$\pm 3\sim 5\%$
(3)	0.5より小	0.5より大	$\pm 10\% \text{ 以上}$	$\pm 3\sim 5\%$
(4)	0.5より小	0.5より小	$\pm 10\% \text{ 以上}$	$\pm 0.1\% \text{ 以内}$

1) 比較に用いた抵抗器
2) 木実施形態の抵抗器

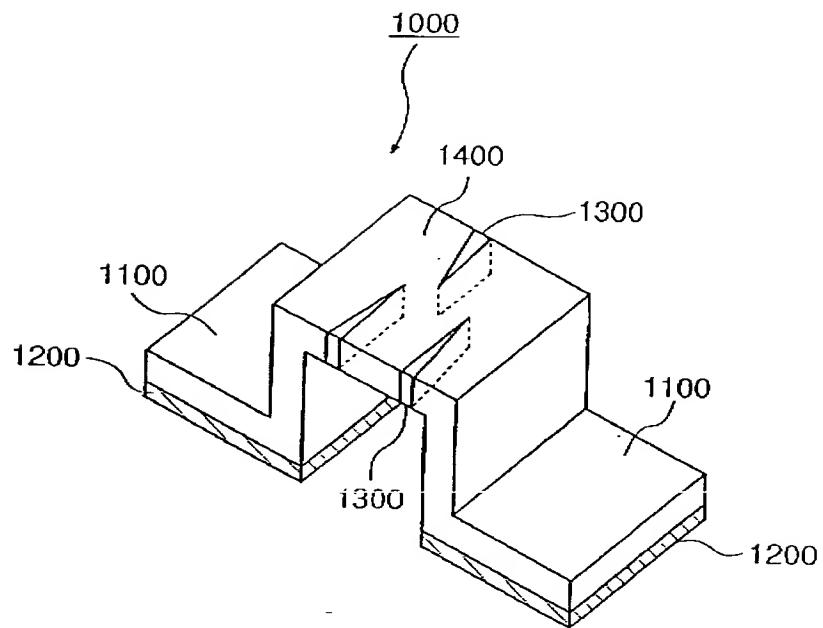
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電流測定に適した抵抗器およびその使用方法を提供する。

【解決手段】 抵抗器100は、110に示す貴金属合金等から製造される抵抗体および121と122に示す高伝導性の接合用電極、141と142に示すボンディング電極から構成され、接合用電極の厚さ t_e と抵抗体の厚さ t_R の比は、 $t_e/t_R > 0.1$ に制御されている。またボンディング電極141、142の横幅の1/2より外側端部143、144には、電圧測定用のワイヤを接続するのに適した位置が形成されている。このため抵抗器100は、電流を精度よく測定できる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000105350]

1. 変更年月日 1990年 8月23日

[変更理由] 新規登録

住 所 長野県伊那市大字伊那3672番地
氏 名 コーナー株式会社